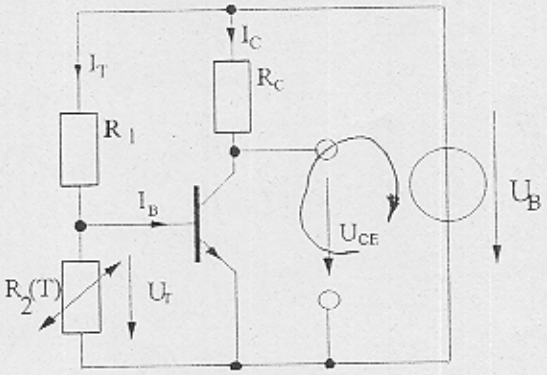
FH München FK 03 M Maschinenbau	**Diplomprüfung Elektronik** **WS 2007/2008 Donnerstag 31.1.2008**	Prof. Dr. Höcht (Prof. Dr. Kortstock)
Zugelassene Hilfsmittel: Alle eigenen **Dauer der Prüfung:** **90 Minuten**	**Name:** **Vorname:** ***Sem.:*** **Unterschrift:** **Hörsaal:** **Platz-Nr.:**	

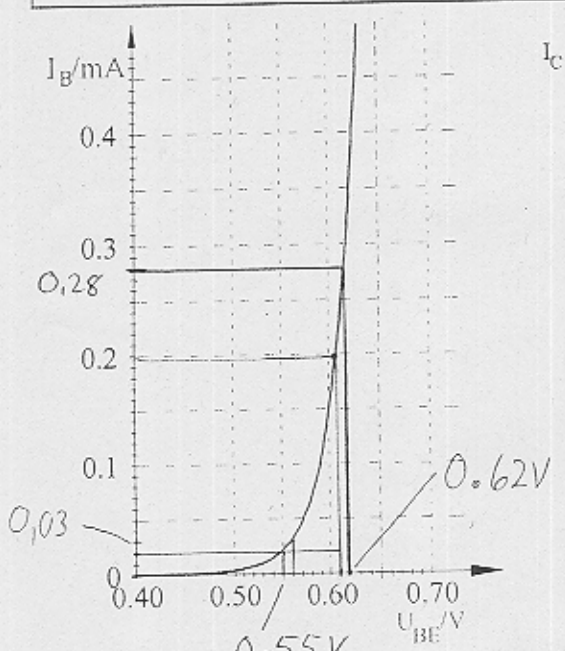
1 Temperatursensor mit Transistor

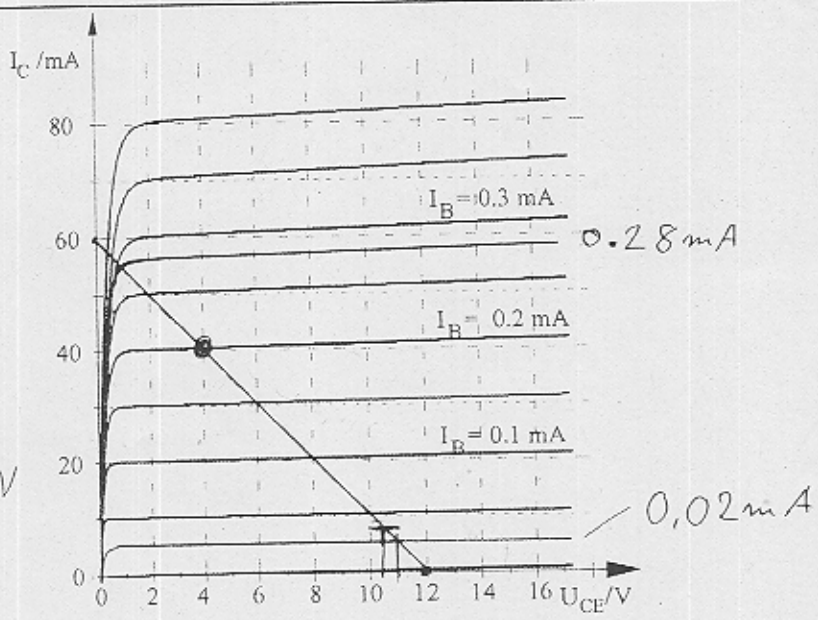
Ein Spannungsteiler aus einem Festwiderstand R_1 und einem temperaturabhängigem Widerstand $R_2(T)$ erzeugt eine sich mit der Temperatur ändernde Spannung U_T. Diese Spannung soll mit einer Transistorschaltung verstärkt werden (siehe nebenstehende Abbildung). Die Versorgungsspannung beträgt $U_B = 12.0\,V$, der Kollektorwiderstand $R_C = 200\Omega$.



1.1 Geben Sie allgemein **und** mit Zahlen incl. der physikalischen Einheiten die Gleichung der Arbeitsgeraden $I_C = I_C(U_{CE}, U_B, R_C)$ an und zeichnen Sie diese in das untenstehende Diagramm ein. (2P)

$$I_C = -\frac{1}{R_C} U_{CE} + \frac{U_B}{R_C} = -\frac{1}{200\Omega} \cdot U_{CE} + \frac{12V}{200\Omega}$$
$$= -5 \cdot 10^{-3} \frac{A}{V} \cdot U_{CE} + 60\,mA$$





1.2 In welchem Bereich muß die Basis-Emitterspannung U_{BE} liegen, damit der Transistor nicht in den Sättigungsbereich gelangt und eine maximale Kollektor-Emitterspannung $U_{CE_{max}} = 11.0\,V$ nicht überschritten wird? Zeichnen Sie dazu im Ausgangkennlinienfeld zwei geeignete Kennlinien zwischen den gezeichneten ein und ermitteln Sie zeichnerisch im linken Diagramm die gesuchten Spannungen (6P)

0,55 V bis 0,62 V

1.3 Berechnung des Spannungsteilers mit Temperatursensor im Eingangskreis

Der Basisstrom I_B ist gegenüber dem Strom I_T durch den Spannungsteiler aus dem Festwiderstand R_1 und dem Temperatursensor $R_2(T)$ so klein, daß für die Berechnungen der **Spannungsteiler** als **un**belastet betrachtet werden kann. Der Temperatursensor hat den Wert $R_2(T) = 400\Omega + 1.0 \cdot \frac{\Omega \cdot (T - 20°C)}{°C}$.

Der Sensor soll zwischen 20°C und 60°C betrieben werden.

1.3.1 Wie groß muß der Teilerwiderstand R_1 mindestens sein, damit alle Temperaturen unterhalb von 60°C zu einem eindeutigen Ausgangssignal U_{CE} führen? (4P)

Die Sättigung darf gerade nicht mehr erreicht werden.
Aus 1.2 $I_B = 0{,}28\,mA \Rightarrow U_{BE} = 0{,}62\,V$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{12.00\,V - 0{,}62\,V}{0{,}62} = 18.35$$

$R_2(60°C) = 400\,\Omega + 40\,\Omega = 440\,\Omega \Rightarrow R_1 = 8.076\,k\Omega$

1.3.2 Nun wird für R_1 der Widerstand $R_1 = 8.2\,k\Omega$ gewählt. Welche Ausgangsspannungen U_{CE} stellen sich bei den Temperaturen $T = 60°C$ und $T = 20°C$ ein? Ermitteln Sie dazu zuerst die Spannungen U_T für die zwei Temperaturen und tragen Sie anschließend die für die Ermittlung der zugehörigen Spannungen U_{CE} nötigen Linien in die Diagramme unter 1.1 ein. (5P)

$$U_T(20°C) = 12.0\,V \cdot \frac{400\,\Omega}{8\,600\,\Omega} = 0.56\,V$$

$$U_T(60°C) = 12.0\,V \cdot \frac{440}{8640} = 0.61\,V$$

$0{,}61\,V \Rightarrow I_B = 0{,}20\,mA \Rightarrow U_{CE} = 4.0\,V$

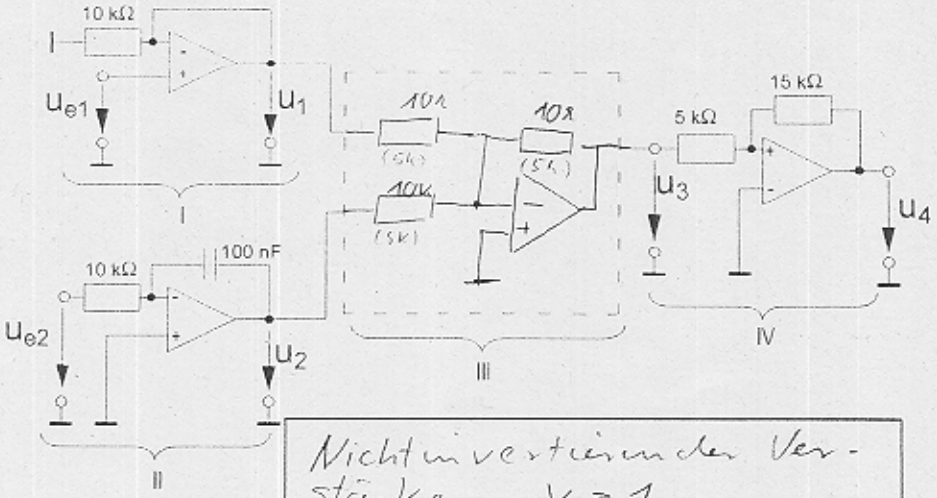
$0.56\,V \Rightarrow I_B = 0{,}03\,mA \Rightarrow U_{CE} = 10{,}5\,V$

1.3.3 Die Temperatur steige auf Werte im Bereich über 60°C bis 100°C. Warum sind die Ergebnisse der Kollektor-Emitterspannung U_{CE} als Meßergebnis nicht mehr brauchbar? Beantworten Sie diese Frage allgemein ohne Berechnung. (1P)

Der Transistor ist im Sättigungsbereich $\Rightarrow$ Die Kollektor-Emitterspannung ändert sich nun mehr ganz wenig, da die Kennlinien für $I_B > 0{,}28\,mA$ fast denselben AP für verschiedene Basisströme haben.

2 Schaltung mit Operationsverstärkern

Gegeben ist die nebenstehende Schaltung mit idealen Operationsverstärkern. Die maximale Ausgangsspannung der Operationsverstärker beträgt ± 15 V. Die zeitlichen Verläufe der Ausgangsspannungen u_1, u_2 und u_3 der Verstärkerstufen I, II und III sind auf der nächsten Seite dargestellt.



2.1 Um welche Grundschaltung handelt es sich bei der Stufe I ? Geben Sie die Spannung u_1 als mathematische Funktion in Abhängigkeit von der Eingangsspannung u_{e1} an. Zeichnen Sie in das Diagramm auf der nächsten Seite die Eingangsspannung u_{e1} bei dem gegebenen Verlauf von u_1 ein. (2P)

Nichtinvertierender Verstärker, $V = 1$

$u_1 = u_{e1}$

2.2 Um welche Grundschaltung handelt es sich bei der Stufe II? Geben Sie die Spannung u_2 als mathematische Funktion allgemein und mit Zahlen einschließlich der physikalischen Einheit in Abhängigkeit von der Eingangsspannung u_{e2} an. Zeichnen Sie in das Diagramm auf der nächsten Seite die Eingangsspannung u_{e2} bei dem gegeben Verlauf von u_2 ein. (5P)

Integrator

$u_2 = -\frac{1}{RC} \cdot \int u_{e2}\, dt =$

$= -\frac{1}{1ms} \int u_{e2}\, dt$

2.3 Der Spannungsverlauf u_3 im Diagramm ist das Ausgangssignal der Grundschaltung in Stufe III. Um welche Grundschaltung handelt es sich offensichtlich? Geben Sie allgemein den Zusammenhang zwischen u_1, u_2 und u_3 an. Zeichnen Sie deren Schaltung in den dafür vorgesehenen Platz. (Zur Verfügung stehen 5- und 10-kΩ Widerstände und ein idealer Operationsverstärker). (4P)

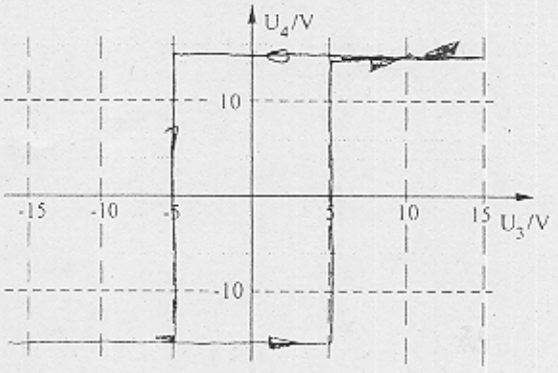
Addierer (invertierend)

$u_3 = -(u_1 + u_2)$

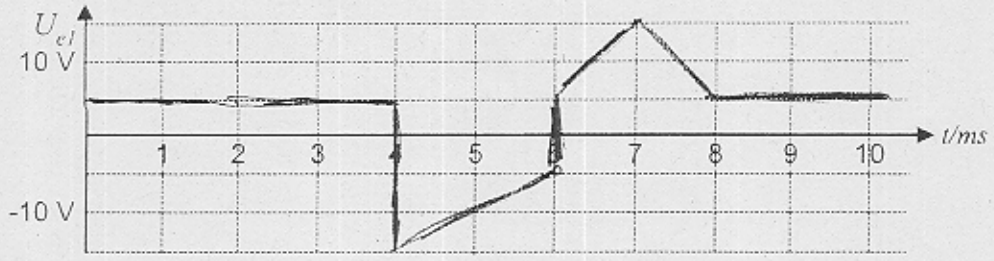
2.4 Um welche Grundschaltung handelt es sich bei der Stufe IV? (1P)

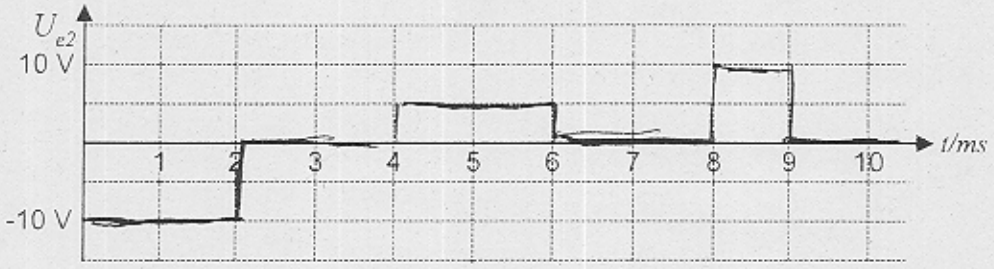
Schmitt-Trigger mit Schaltschwelle bei ± 5 V

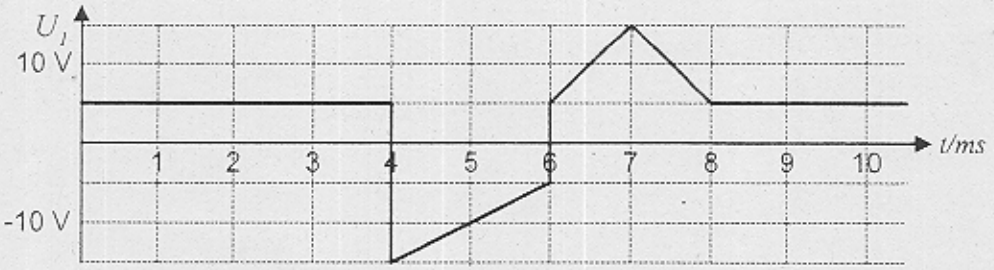
2.4.1 Tragen Sie den Zusammenhang zwischen dem Eingangssignal u_3 und dem Ausgangssignal u_4 in das nebenstehende Diagramm ein. (2P)

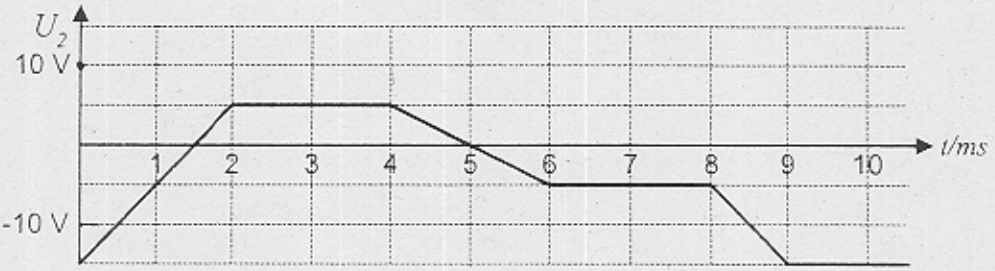


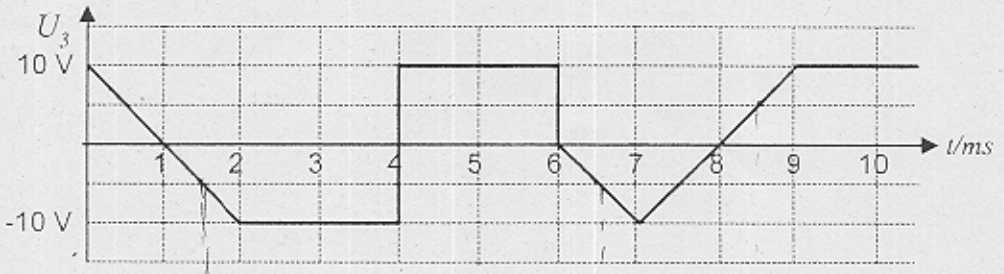
2.4.2 Zeichnen Sie auch das Ausgangsspannung u_4 ins Diagramm auf der folgenden Seite ein. (2P)

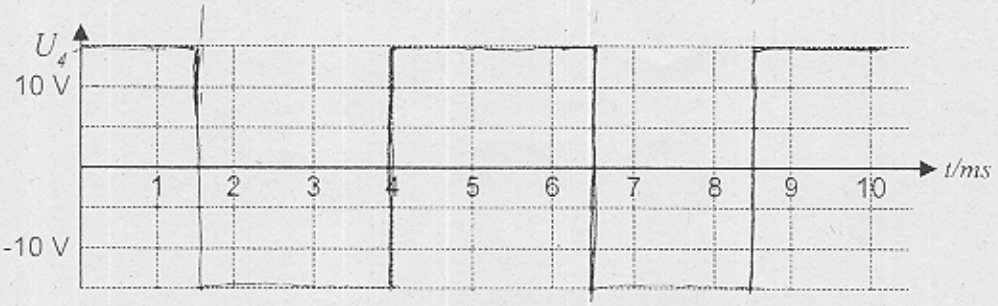

U_{e1}
10 V
-10 V
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
t/ms


U_{e2}
10 V
-10 V
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
t/ms


U_1
10 V
-10 V
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
t/ms

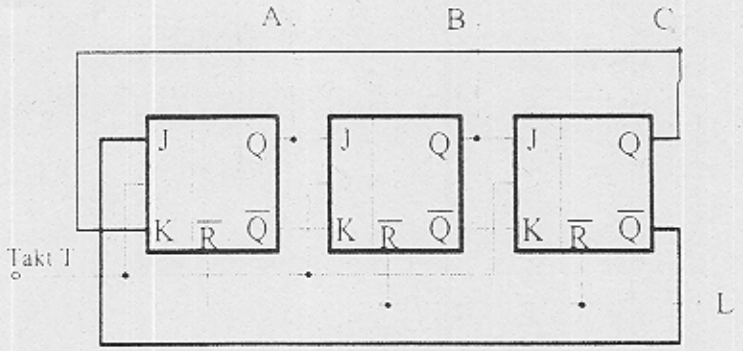

U_2
10 V
-10 V
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
t/ms


U_3
10 V
-10 V
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
t/ms

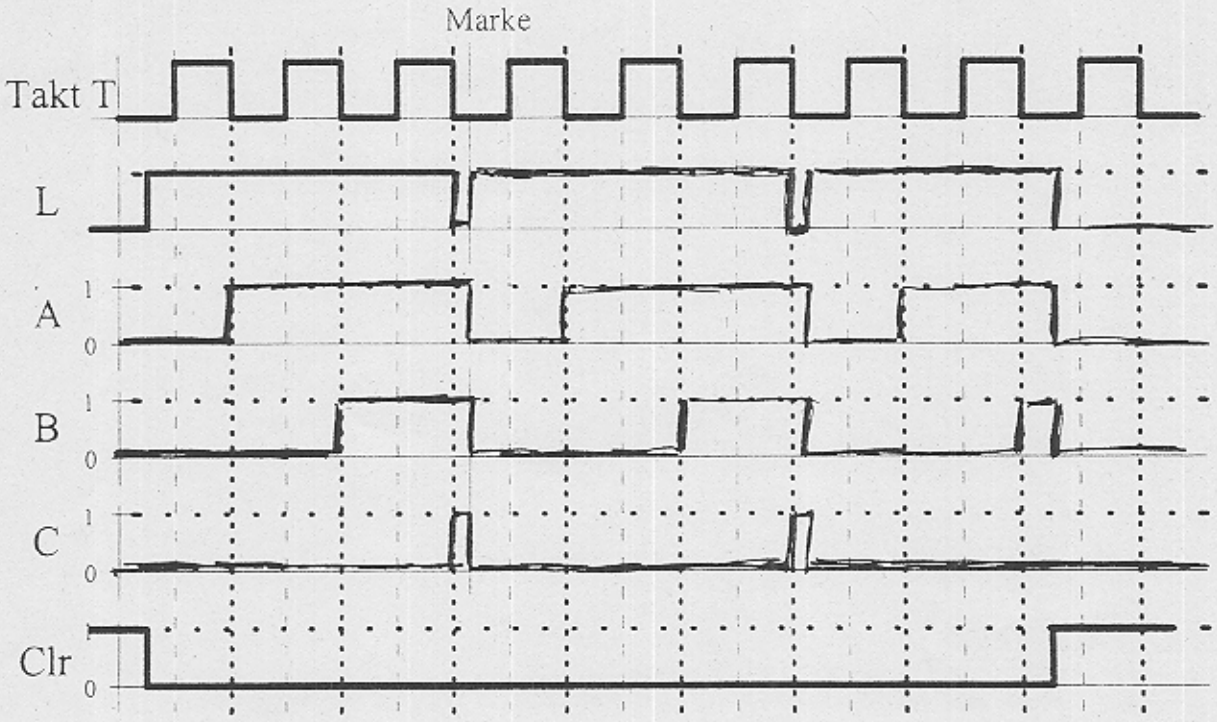

U_4
10 V
-10 V
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
t/ms

3 Analyse einer Digitalschaltung

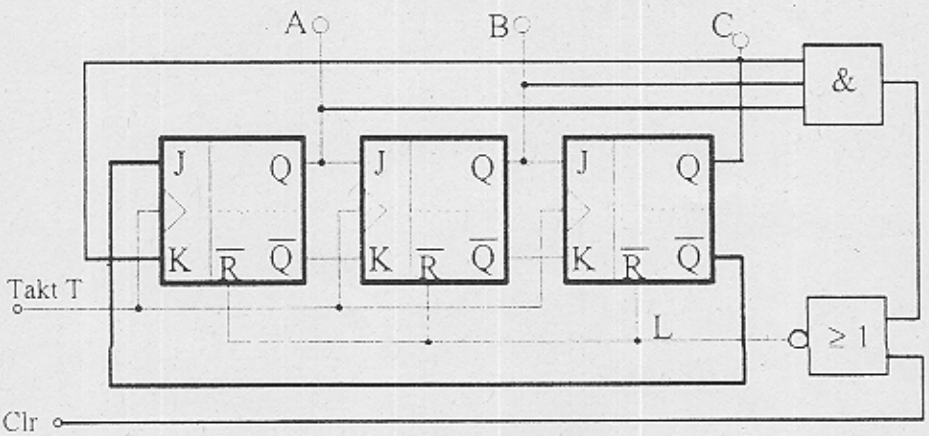
Gegeben sei die nebenstehende Schaltung mit drei positiv-flankengetriggerten jk-MS-Flip-Flops:



3.1 Vervollständigen Sie im nachfolgende Zeitdiagramm die Signale A, B und C bis zur Marke.
Für diese Teilaufgabe ist das Signal Clr ohne Bedeutung. (4P)



3.2 Nun wird die Schaltung noch ergänzt durch zwei Logikgatter (siehe Bild unten) und durch das Signal Clr. Vervollständigen Sie das obige Zeitdiagramm auch noch für die weiteren Takte nach der Marke. (4P)

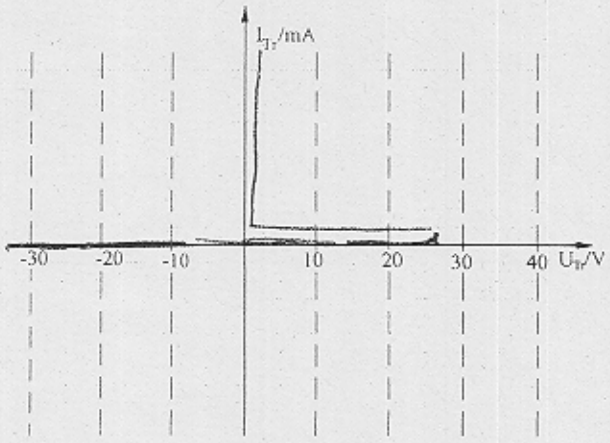


4 Schaltelemente der Leistungselektronik

Bei einer Gleichspannungquelle von $U_B = 24\,V$ treten sporadisch kurzzeitige Überspannungen >24V auf. Mit einer **Thyristorschaltung** soll das Auftreten einer solchen Überspannung durch eine Lampe angezeigt werden. Die Lampe soll aufleuchten, sobald die Gleichspannung über 26V steigt und nach dem Verschwinden dieser Überspannung so lange weiterleuchten, bis sie durch Druck auf einen Taster gelöscht wird. Danach soll die Schaltung wieder bereit für das Erfassen eines neuen Auftretens einer Überspannung sein.

Im folgenden entwickeln Sie eine für diese Aufgabe geeignete Schaltung aus einer Glühlampe, einem Thyristor, einer Triggerdiode, **einem** Widerstand und einem Taster.

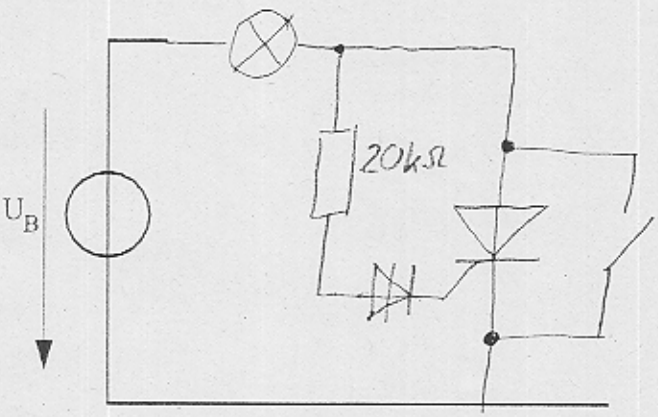
Hinweis: Die Schaltung sieht der im Unterricht behandelten Dimmerschaltung sehr ähnlich!



4.1 Zeichnen Sie in das nebenstehende Diagramm die Kennlinie einer Triggerdiode, die bei 26V zündet. (1P)

4.2 Der Strom durch die Triggerdiode soll unmittelbar nach Zünden auf 20mA begrenzt werden. Wie groß müssen Sie den Widerstand wählen? Die Spannung an der Diode nach dem Zünden können Sie vernachlässigen (1P)

26V / 20mA = 1,3 kΩ



4.3 Ergänzen Sie das nebenstehende Schaltbild durch die Glühbirne, die Triggerdiode, den Widerstand, den Thyristor und den Taster zum Löschen der Anzeige. (5P)

5 Mikroprozessor

5.1 Was macht das nebenstehende Mikroprozessorprogramm? Tragen Sie in die Tabelle die Inhalte der Register ein, die der jeweilige Befehl ändert. (Das „H" bei 14H bedeutet „Hex-Zahl") (3P)

Befehl	Register			
	A	B	C	D
LD B, 14H		14H		
INC B		15H		
LD C, B			15H	
DEC C			14H	
LD A, C	14H			
LD D, 34H				34H
ADD A, D	48H			

5.2 Mit welcher Adressierungsart wird in der ersten Programmzeile der Datenwert 14H angesprochen? (1P)

Unmittelbare Adressierung

Viel Erfolg